

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 568 990

(21) N° d'enregistrement national : **84 12725**

(51) Int Cl⁴ : F 24 J 2/04; F 24 H 1/18.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 13 août 1984.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 14 février 1986.

(60) Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

(71) Demandeur(s) : *PAYMAL André Pierre Jean. — FR.*

(72) Inventeur(s) : André Pierre Jean Paymal.

(73) Titulaire(s) :

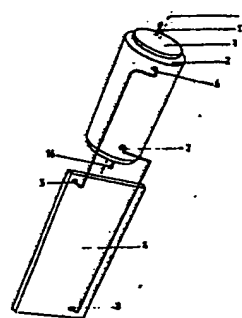
(74) Mandataire(s) :

(54) Perfectionnement aux appareils solaires pour échauffement de liquides.

(57) L'invention concerne un dispositif d'échauffement de li-
quides à partir de l'énergie solaire.

Un capteur solaire plan 4 est associé à un ballon 1 ayant
une double paroi cylindrique formant échangeur 2 de façon
telle, que l'axe du ballon 3 soit incliné sur l'horizontale d'un
angle égal à l'inclinaison du capteur ou voisin de celle-ci, et se
trouve sensiblement dans le plan du capteur.

Application aux chauffe-eau solaires.



L'une des applications les plus répandues de l'énergie solaire est le pré-chauffage de l'eau sanitaire. Les appareils correspondants peuvent être collectifs et fournir l'eau chaude à l'ensemble d'un immeuble ou être individuels et adaptés aux besoins d'une maison uni-familiale.

- 5 Les installations collectives comprennent généralement un champs de capteurs plans, un échangeur, un réservoir purement solaire et un ballon avec appoint pour ajuster la température de l'eau avant sa distribution.

- Les installations individuelles sont généralement plus simples. Le chauffe-eau solaire concerné est composé essentiellement de 1 ou 2 capteurs solaires plans et d'un ballon, le plus souvent sans appoint. Ce dernier alimente directement, en été, l'installation d'eau chaude ou bien fournit l'eau pré-chauffée solaire, soit à un réservoir électrique à accumulation, soit à un chauffe-eau instantané à gaz. Différentes dispositions sont possibles que l'on peut diviser en deux classes. La première, celle des chauffe-
15 eau avec circulateur, la seconde, celle des chauffe-eau sans circulateur.

- Dans les installations de la première classe, un circulateur électrique assure le transfert des calories du capteur vers le ballon. Dans celles de la seconde classe, ce transfert s'effectue par circulation naturelle du liquide qui tend à s'élever dans le circuit quand il est chaud et à descendre dans une autre partie du circuit quand il est froid. La force motrice est fournie par la différence de poids de la colonne de liquide froid et de la colonne de liquide chaud, cette dernière étant plus légère du fait de l'expansion volumique du liquide provoquée par l'élévation de température. Ce dispositif est généralement qualifié de thermosiphon.

- 25 Par ailleurs, on peut aussi distinguer deux catégories de chauffe-eau solaires individuels selon que l'eau de ville à réchauffer circule dans le capteur et dans le ballon, il n'y a alors qu'un seul circuit, ou que l'installation comprend un échangeur et deux circuits : le circuit du capteur, constitué par le capteur et le primaire de l'échangeur, et, le circuit du
30 ballon constitué par le ballon et par le secondaire de l'échangeur.

- Le chauffe-eau individuel, comportant un échangeur, doit satisfaire à au moins 3 conditions pour un bon fonctionnement en circulation naturelle. Il est nécessaire que le ballon soit positionné à une hauteur plus grande que celle du capteur. La partie inférieure du ballon est généralement plus
35 haute de 20 à 60 cm que la partie supérieure du capteur. Il faut néanmoins que les pertes de charges du circuit soient faibles ce qui, d'une part, limite la longueur de la tuyauterie de liaison entre le ou les capteurs et, d'autre part, conditionne le diamètre de la tuyauterie de liaison. Enfin,

la superficie de l'échangeur doit être suffisante pour permettre le transfert de la puissance solaire recueillie avec un faible écart de température, entre le primaire et le secondaire de l'échangeur.

Du point de vue des installations, deux conceptions se rencontrent.

- 5 Ou, le capteur et le ballon se jouxtent, ou, ils sont à une certaine distance l'un de l'autre. Par exemple, le capteur est placé sur une toiture et le ballon au-dessous de la charpente de la maison. Quand ils se jouxtent, le chauffe-eau est dit : monobloc.

- 10 Les chauffe-eau monobloc peuvent être installés au sol, par exemple, dans un jardin ou sur une terrasse ; les tuyauteries d'alimentation en eau froide et de distribution de l'eau chaude sont alors exposées à la température extérieure, ce qui peut entraîner, en hiver, dans de nombreuses régions des risques de gel.

- 15 Le chauffe-eau monobloc est quelque fois installé en toiture ce qui entraîne une mise en place difficile. De plus, sa fixation nécessite des crochets qui passent à travers la couverture, ce qui peut entraîner des difficultés d'étanchéité. Enfin, les tuyauteries d'arrivée d'eau froide et de départ d'eau chaude doivent traverser la toiture pour desservir la maison ou courir sur cette toiture et pénétrer à travers les murs, ce qui est par-
- 20 ticulièrément inesthétique.

Les chauffe-eau solaires conçus en éléments séparés, bien que comportant plus de souplesse à l'emploi, entraînant des inconvénients au niveau de l'installation qui est plus délicate, car les tuyauteries ne doivent pas présenter de point haut, de contrepente, ni de changement de direction.

- 25 La présente invention a trait à un chauffe-eau du type à double circuit avec échangeur, livré en deux blocs. Ce chauffe-eau a des caractéristiques qui lui confèrent la plupart des qualités des appareils existants et permettent d'éliminer la majorité des inconvénients précédemment cités. L'un des blocs est constitué essentiellement d'un capteur solaire plan à faibles
- 30 pertes de charge, avec absorbeur de type lame d'eau, ou de type tôle et tubes, les tubes étant placés dans le sens de la pente du capteur. L'autre partie du chauffe-eau est constituée essentiellement d'un ballon à double paroi cylindrique délimitant un espace de section annulaire constituant un échangeur de type manteau, dans lequel circule le liquide caloporteur. L'axe
- 35 de ce ballon est parallèle à la ligne de plus grande pente du capteur, ou présente une inclinaison par rapport à l'horizontale, peu différente de celle du capteur.

Ces deux parties sont assemblées sur place de manière à reconstituer un ensemble compact, la partie capteur étant placée au-dessous de la partie ballon. La jonction, entre ces deux parties, est à la fois mécanique, pour assurer une liaison rigide entre elles, et hydrauliques, pour assurer la
5 continuité du circuit capteur-échangeur.

Les raccordements hydrauliques entre l'absorbeur et l'échangeur ont ceci de particulier que les 2 tubulures de l'absorbeur sont reliées chacune à un orifice de l'échangeur situé, tous les deux, sur la génératrice la plus basse de l'échangeur ou dans une région voisine. La tubulure haute de
10 l'absorbeur, qui correspond à la sortie chaude du liquide calovecteur, est reliée au plus lointain et au plus haut des deux orifices de l'échangeur. La tubulure basse de l'absorbeur, qui correspond à l'entrée du liquide calovecteur à réchauffer, est reliée à l'orifice le plus proche et le plus bas des deux orifices de l'échangeur.

15 Cet ensemble peut-être utilisé de deux façons, ou il est placé sur supports, à fixer au sol ou sur terrasse, ou il peut-être incorporé en toiture, auquel cas, il est fixé directement sur la charpente de la maison.

La figure 1 représente en perspective, le dispositif selon l'invention et, les figures 2, 3, 4 et 5 les différents positionnements des parties du
20 ballon. La figure 6 représente une perspective des deux parties du chauffe-eau. La figure 7 représente une vue de l'appareil, protection enlevée. La figure 8 représente le ballon et son échangeur, dans le cas d'une variante d'utilisation du dispositif.

Le dispositif représenté figure 1 comporte un ballon cylindrique (1)
25 entouré de son échangeur manteau (2), disposé de manière telle, que son axe (3) se trouve sensiblement dans la prolongation du plan de l'absorbeur (4) et selon la ligne de plus grand pente de celui-ci. Cette disposition est différente de celle habituelle ; en effet, pour les chauffe-eau livrés en éléments séparés, l'axe du ballon est le plus souvent vertical et, pour
30 les chauffe-eau monobloc, l'axe du ballon est le plus souvent horizontal. Il est surprenant que la disposition oblique de cet axe apporte des avantages dans le fonctionnement de l'appareil. Le premier avantage est d'ordre thermique. Cette disposition améliore les conditions d'échanges calorifiques entre le liquide du circuit primaire et le liquide à réchauffer contenu
35 dans le ballon. Les coefficients d'échange réels dépendent en effet, non seulement de la valeur de la superficie de l'échangeur, mais encore de la bonne irrigation de toute les zones de ce dernier. Il arrive parfois que des courants préférentiels s'établissent et n'irriguent qu'une partie de la

superficie, laissant certaines zones sans circulation. Ce court-circuit hydraulique, quand il a lieu, diminue considérablement la valeur du coefficient d'échange thermique. La position oblique revendiquée permet d'induire dans le manteau, une circulation du fluide favorable à une bonne irrigation de la totalité de la surface d'échange. En effet, l'introduction du liquide calovecteur chaud qui sort de l'absorbeur du capteur par la tubulure (5) se fait par l'orifice (6) de l'échangeur situé à l'extrémité haute de la génératrice inférieure du ballon cylindrique ou, tout au moins, dans la région inférieure de sa surface cylindrique situé à proximité du fond supérieur du ballon. Dès son entrée dans l'échangeur, le calovecteur chaud rencontre une région plus froide que lui et, de ce fait, tend à s'élever vers la région supérieure de l'échangeur par les deux côtés du manteau cylindrique. Le mouvement général du liquide dirige celui-ci vers les zones inférieures de la paroi cylindrique de l'échangeur qui se trouvent léchées par le fluide dans le mouvement de descente qu'il amorce dans l'échangeur de part et d'autre du ballon. La répartition dans toute cette région de l'échangeur est auto-équilibrée par le fait que le fluide, qui cède une partie de sa chaleur, effectue un mouvement descendant. En effet, si un filet de fluide avait tendance à descendre plus vite que ses voisins, il céderait moins de chaleur et, restant plus chaud, il serait plus léger que les filets voisins et par suite, il serait moins sollicité qu'eux dans son mouvement de descente, ce qui rétablirait aussitôt l'équilibre de vitesse entre les différents filets. A l'inverse, si un filet avait tendance à descendre moins vite, il se refroidirait davantage au contact de la paroi du ballon, ce qui augmenterait sa masse volumique et entraînerait une augmentation de sa vitesse de descente. Le liquide calovecteur ressort de l'échangeur par l'orifice (7) situé, comme l'orifice (6) sur la génératrice inférieure de l'échangeur ou, tout au moins, dans la région inférieure de la surface cylindrique de cet échangeur mais vers le fond le plus bas du ballon et retourne à l'absorbeur dans lequel il rentre par la plus basse des deux tubulures (8).

Les figures 2 et 3 montrent la disposition de base dans laquelle l'axe du ballon est parallèle au plan de l'absorbeur. La distance de l'axe du ballon au plan médian de l'absorbeur est déterminée de façon à ce que la tuyauterie de branchement entre la sortie de l'échangeur et l'entrée dans le capteur conserve une légère pente, compte-tenu de l'angle d'inclinaison des cadres du chauffe-eau. On peut aussi, pour déterminer cette distance, prendre en considération la position relative des bois de la charpente dans le cas de pose du chauffe-eau en toiture, afin que le ballon puisse s'insérer parallèlement entre deux chevrons.

Le capteur et l'axe du ballon doivent être inclinés sur l'horizontale d'un angle compris entre 25° et 35° pour des latitudes inférieures à $30/35^{\circ}$ et d'un angle de 35° à 65° pour des latitudes supérieures à $30/35^{\circ}$. Le choix, à l'intérieur de ces fourchettes, dépend des conditions d'utilisation du chauffe-eau et de ses conditions d'installation. Si l'appareil est utilisé plutôt en été, l'inclinaison sera avantageusement inférieure à la valeur de la latitude du lieu. Si l'appareil est installé en toiture, le capteur aura la même pente qu'elle.

Toutefois, l'inclinaison de l'axe du ballon pourra être légèrement différente de celle du capteur, ainsi que l'illustre les figures 4 et 5, de façon à ce que sa valeur reste comprise entre un minimum de 25° et un maximum de 65° , ou bien de façon à éviter un point bas dans les tuyauteries reliant les tubulures du capteur aux orifices de l'échangeur ou encore pour des raisons d'ordre esthétique, notamment, dans le cas d'appareils incorporés en toiture.

Le raccordement hydraulique, entre les deux blocs, peut se faire avantageusement par des manchons (13) du type à bague téflon, comme indiqué sur la figure 7. Ces raccordements sont positionnés au droit de la jonction entre les deux cadres dont les petits côtés (14), face à face, se trouvent en retrait de l'extrémité (15) des grands côtés. Cette disposition ménage, entre les deux cadres, un espace pour loger les raccordements hydrauliques entre blocs et branchements d'entrée de l'eau de ville (16) et de sortie de l'eau chaude sanitaire (17). Cette disposition évite d'avoir à intervenir à l'intérieur du bloc capteur ou du bloc ballon et, dans le cas d'utilisation en toiture, évite les problèmes de passage à travers de la couverture des tuyauteries de branchement du chauffe-eau.

Le ballon est isolé avec des matériaux isolants, traditionnels, par exemple, une couche de 25 mm de mousse de polyuréthane projetée (18) et une couche de 10 cm de laine de verre (19). La protection aux intempéries est un double capot (20 et 21) de forme appropriée réalisé en métal, tel que aluminium laqué, ou zinc pré-patiné supporté par un platelage en bois, ou acier thermolaqué, ou bien encore en matière plastique, tel que le stratifié de polyester. Une forme prismatique de section triangulaire du capot supérieur (20) est particulièrement intéressante car sa réalisation en métal est facile et, dans le cas d'incorporation du chauffe-eau en toiture, évoque des appendices de toiture traditionnelle de certaines régions, servant d'aération ou de prise de jour pour les combles. Ce rappel d'élément architectural permet une meilleure intégration esthétique en toiture que celle des chauffe-eau monobloc dont le ballon est placé axe horizontal. De plus,

la saillie qui correspond au logement du ballon est plus faible avec la solution d'axe incliné du ballon puisque le ballon peut-être au moins partiellement inséré entre les chevrons de la charpente, alors que la solution du ballon avec axe horizontal, impose une surélévation importante de ce ballon par rapport à la couverture. Le capot inférieur (21) peut avoir une forme similaire lui permettant, éventuellement, de s'insérer plus facilement entre deux chevrons.

Dans le cas d'utilisation au sol ou sur terrasse, les supports peuvent se réduire à deux petits pieds avant, fixés à l'extrémité inférieure des grands côtés du cadre et à un piètement arrière, avec double contreventement fixé, par exemple, sur les berceaux du châssis qui maintient le ballon dans son cadre.

Dans le cas d'insertion du chauffe-eau en toiture, le cadre du capteur et le cadre du ballon se fixent directement sur la charpente, chevrons ou voligeage. La forme de la section des cadres facilite la pose des pièces de raccordement d'étanchéité à la couverture de l'ensemble du chauffe-eau.

Une caractéristique inattendue du dispositif proposé est que le fonctionnement du chauffe-eau reste bon, même si l'appareil n'est pas purgé de gaz par le purgeur (25) et qu'une poche de gaz (22) demeure en partie haute de l'échangeur. En effet, la continuité à la présence du liquide dans le circuit capteur-échangeur, reste assurée jusqu'à ce que la poche de gaz atteigne l'orifice (6) d'arrivée du liquide caloporteur en provenant du capteur. Compte-tenu de l'endroit où est placé cet orifice, la poche de gaz peut atteindre environ le cinquième de la capacité de l'échangeur, sans que le fonctionnement du chauffe-eau soit empêché. La diminution de la superficie utile de l'échangeur ne réduit pas très sensiblement l'efficacité de celui-ci du fait de son dimensionnement très large ; l'échangeur, de type manteau, présente en effet, une grande superficie en égard au volume du ballon, par exemple, 1,50 m² pour un ballon de 150 litres.

Dans ces conditions, il est particulièrement intéressant de mettre à profit cette caractéristique en créant volontairement une poche de gaz qui servira de vase d'expansion. Pour ce faire, lors de la mise en service du chauffe-eau, on remplira d'abord complètement de liquide caloporteur, le circuit capteur-échangeur par le piquage (23) muni d'un robinet d'arrêt (24) à l'aide d'une pompe à main ou d'un bidon en charge ; l'arrivée de liquide au purgeur (25) témoignant du complet remplissage. Puis, on fera écouler la quantité de liquide correspondant au volume maximal d'expansion prévisible correspondant à la stagnation du chauffe-eau. Pour le cas, où une erreur de prévision ou de manipulation aurait fait que le volume de la poche de gaz soit trop faible pour jouer le rôle de vase d'expansion, on

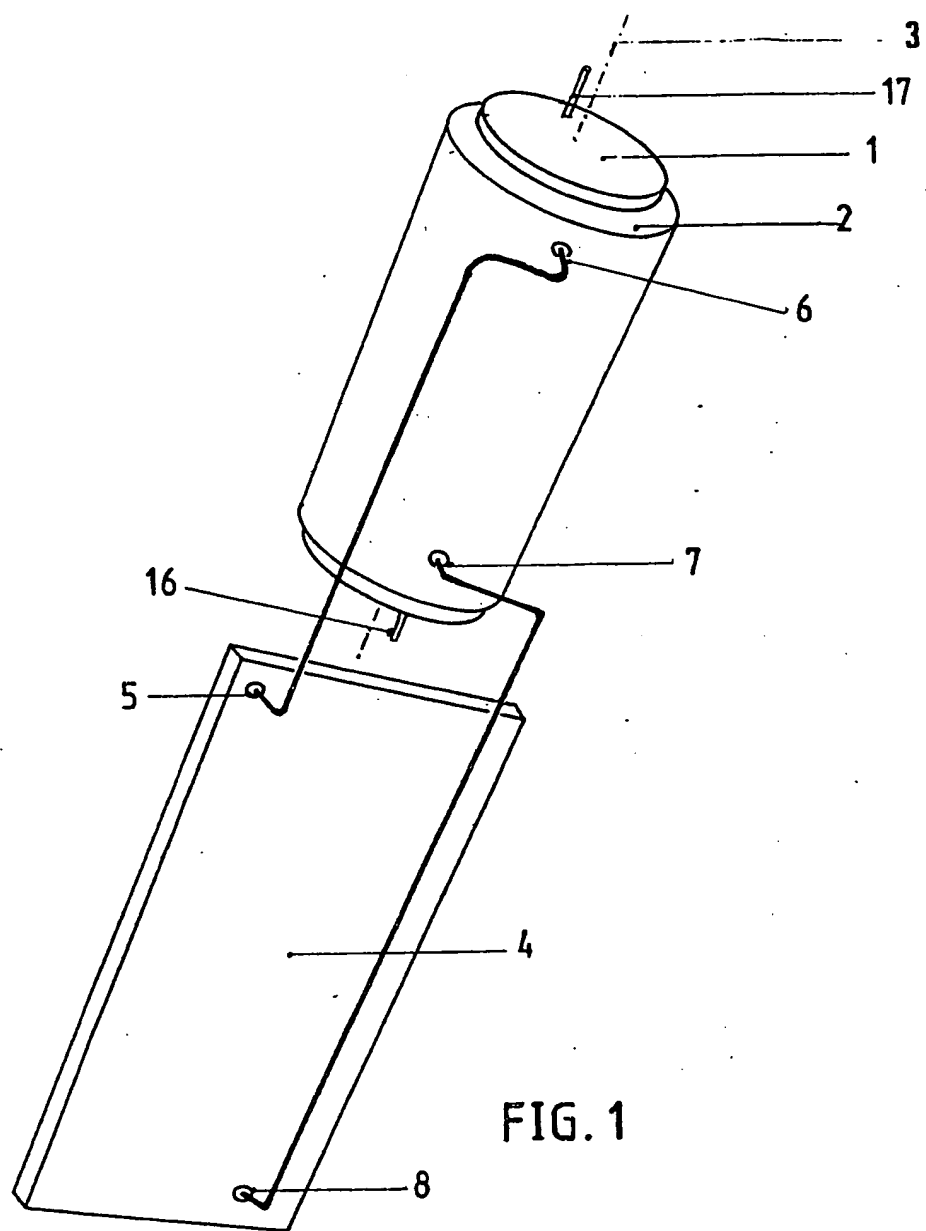
erreur de prévision ou de manipulation aurait fait que le volume de la poche de gaz soit trop faible pour jouer le rôle de vase d'expansion, on installe sur le circuit capteur-échangeur une soupape de sécurité (26) tarée à une pression assez faible, 1 à 3 bars par exemple ; automatiquement, 5 en cas de première stagnation du chauffe-eau, la quantité de liquide en surplus s'écoulera par cette soupape.

Le dispositif, selon l'invention, est particulièrement destiné à la préparation de l'eau sanitaire domestique en utilisant, comme source énergétique, l'énergie solaire. Il est destiné, également, à l'échauffement 10 de tout liquide, soit en circuit ouvert, soit en circuit bouclé fermé.

Le dispositif décrit fonctionne avec un capteur solaire plan, mais l'utilisation de tout autre type de capteur solaire à liquide, entre dans le cadre de l'invention, par exemple, des capteurs à renforcement et à concentration de l'énergie solaire.

REVENDEICATIONS

- 1) Dispositif pour échauffement de liquide à partir de l'énergie solaire, caractérisé en ce qu'il comporte un capteur solaire plan (9) et un ballon cylindrique (1) à double paroi formant échangeur, dont l'axe (3) est incliné par rapport à l'horizontale d'un angle sensiblement égal à l'inclinaison du capteur et situé au-dessus de ce dernier.
- 2) Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce que le capteur (9) et le ballon (1) constituent chacun un bloc, les deux blocs étant assemblés sur place et formant, après assemblage, un chauffe-eau compact. L'un contient l'absorbeur et constitue le capteur solaire, l'autre contient le ballon avec son échangeur. Chaque bloc est délimité par un cadre (10 et 11) rectangulaire ou carré qui forme l'ossature générale du chauffe-eau.
- 3) Dispositif selon la revendication 1 ou selon la revendication 2 caractérisé en ce que l'orifice (6) de l'échangeur (2) permettant l'entrée du liquide chaud en provenance de la tubulure (5) de l'absorbeur (4) du capteur (9) est situé dans la partie haute des génératrices inférieures de la partie cylindrique de l'échangeur et que l'orifice (7) de l'échangeur (2) permettant le retour du liquide caloporteur vers l'absorbeur (4) du capteur (9) est situé dans la partie basse des génératrices inférieures de la partie cylindrique de l'échangeur (2).
- 4) Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que les cadres des deux blocs constituant le chauffe-eau forment, au droit de leur jonction, un logement qui permet les raccordements hydrauliques (13) entre les deux blocs sans intervention, ni à l'intérieur du bloc capteur, ni à l'intérieur du bloc ballon. Ce logement est obtenu par prolongation des grands côtés des cadres s'ils sont rectangulaires, ou des côtés situés dans le sens de la pente, si les cadres sont carrés. Ce logement peut abriter, également, les raccordements d'arrivée d'eau froide au ballon et de sortie d'eau chaude ainsi que la soupape de sécurité et le vase d'expansion éventuel.
- 5) Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que la jonction mécanique des deux cadres se fait à l'aide d'éclisses (12) boulonnées sur les côtés des cadres mis bout à bout.
- 6) Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce que le bloc qui correspond au ballon est protégé des intempéries par un capot (20) formant niche avantageusement prismatique.
- 7) Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2 caractérisé en ce que la partie supérieure de l'échangeur (2) n'est pas remplie de liquide, mais contient une poche de gaz qui joue le rôle de vase d'expansion.



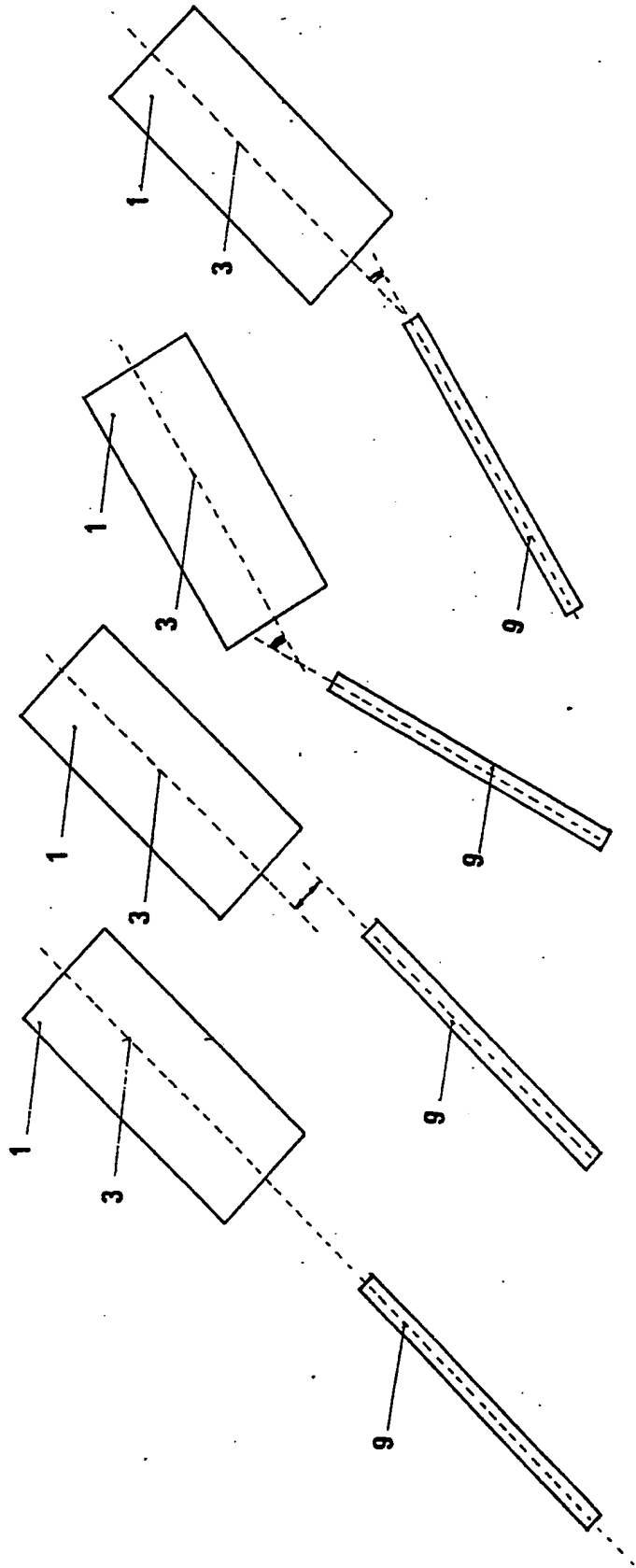


FIG.5

FIG.4

FIG.3

FIG.2

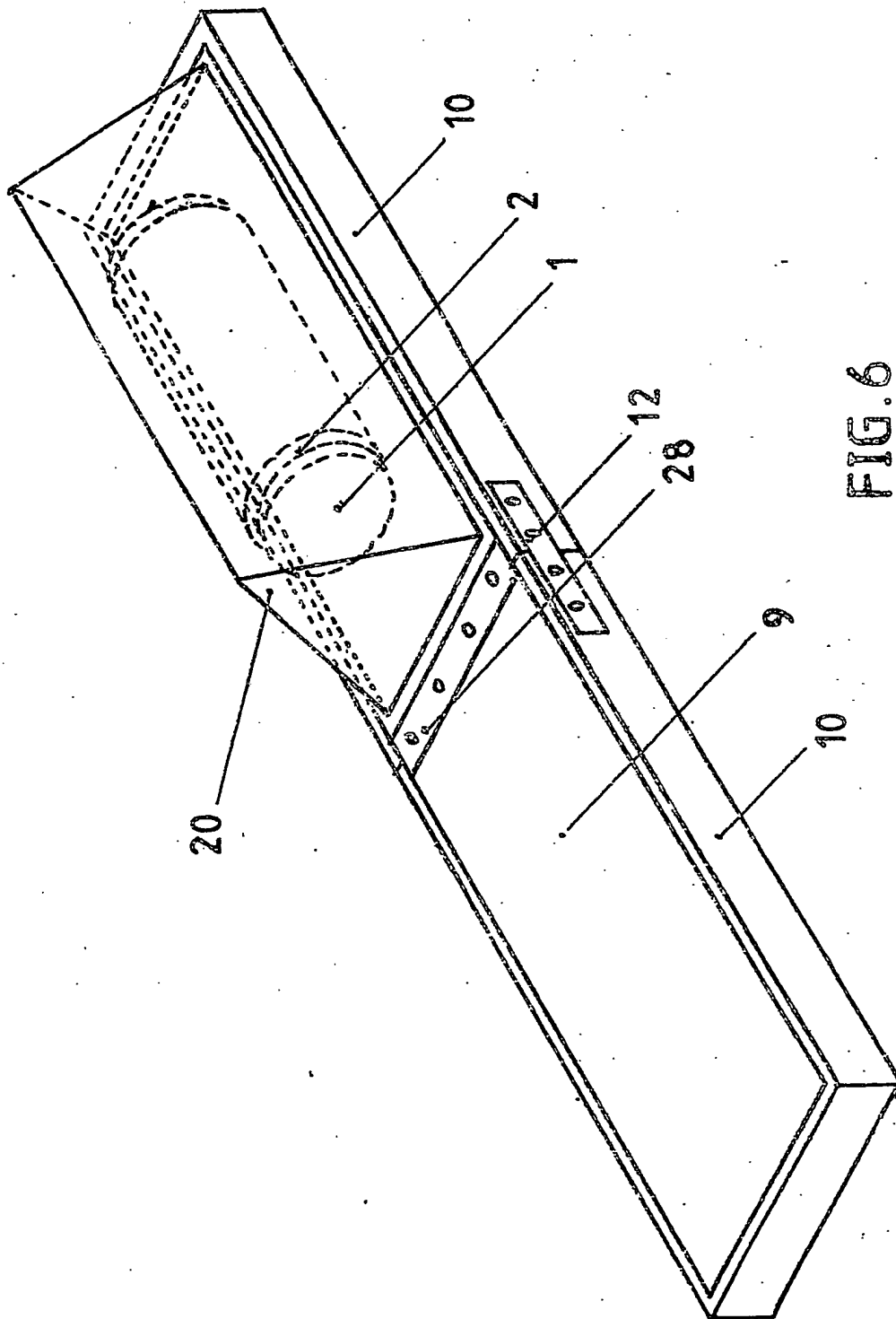


FIG. 6

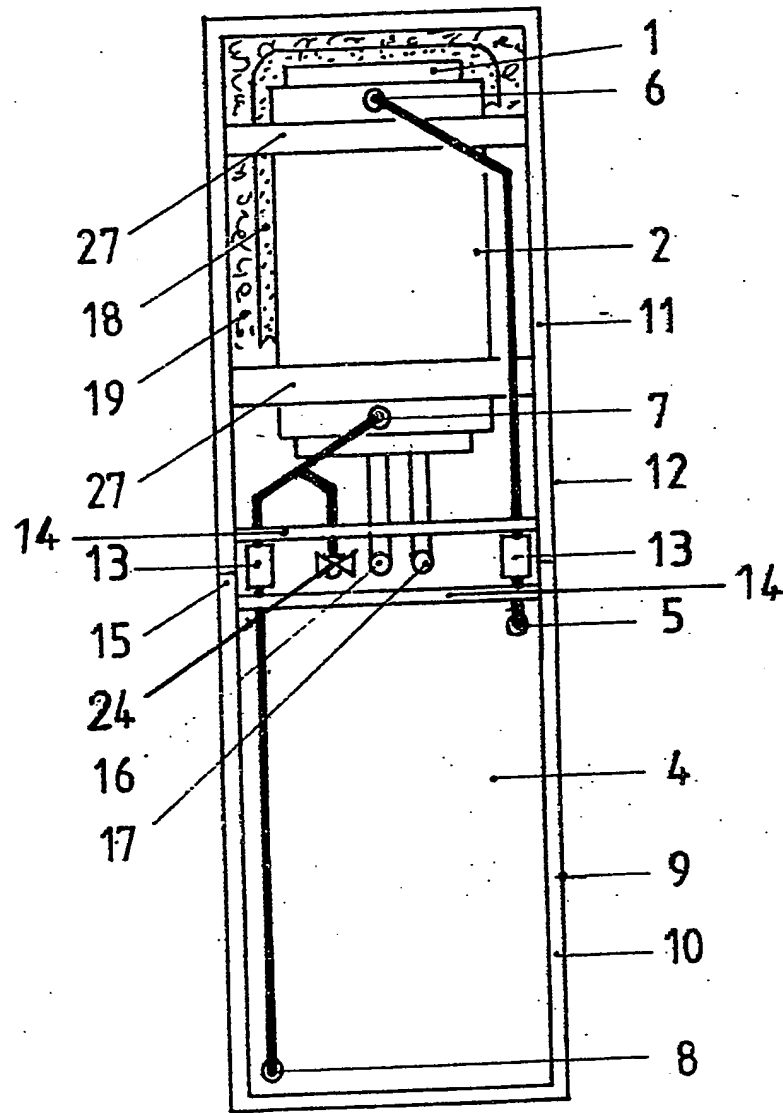


FIG. 7

